

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Perawatan (*Maintenance*)

Perawatan atau pemeliharaan (*maintenance*) merupakan seluruh kegiatan yang penting dengan tujuan untuk menghasilkan produk yang baik dan mengefektifitaskan kinerja pada peralatanataumesin. Definisi lainnya perawatan atau *maintenance* merupakan suatu kegiatan yang sangat dibutuhkan dalam menjaga dan mempertahankan kualitas pemeliharaan suatu fasilitas agar fasilitas atau peralatan tersebut dapat berfungsi dengan baik dan memiliki jangka panjang pemakaian (Sudrajat 2011).

2.1.1. Tujuan Maintenance

Tujuan utama dari perawatan (*maintenance*) itu sendiri adalah sebagai berikut ini (Corder, 1996):

1. Memperpanjang kegunaan aset fasilitas atau peralatan..
2. Menjamin peralatan berjalan dengan semaksimal mungkin dengan pencapaian laba yang setinggi-tingginya
3. Menjamin seluruh peralatan dalam keadaan siap operasi, jika diperlukan dalam keadaan darurat setiap harinya.
4. Menjammin keselamatan para pekerja yang menggunakan peralatan tersebut

Adapun tujuan lainnya dari pemeliharaan (*maintenance*) adalah sebagai berikut (Sofyan Assauri, 2004)

1. Kemampuan dalam produksi dapat terpenuhi sesuai dengan standar rencana produksi yang telah ditetapkan.
2. Menjada kualitas produk dengan mengetahui apa saja yang dibutuhkan dalam proses produksi sehingga kegiatan produksi tidak akan terganggu.

3. Mengendalikan pengeluaran pemakaian dari penyimpanan agar menjaga modal yang diinvestasikan tersebut.
4. Mencapai pengeluaran pemeliharaan serendah-rendahnya dengan dengan pelaksanaan perawatan (*maintenance*) yang efektif dan efisien.
5. Menjaga aktifitas pemeliharaan yang bisa membahayakan keselamatan para pekerja.
6. Membangun kerja sama yang baik dalam suatu perusahaan dalam mencapai tujuan utama yaitu memaksimalkan keuntungan dengan meminimalkan pengeluaran total biaya.

2.1.2. Jenis –jenis Maintenance

Jenis jenis dari perawatan (*maintenance*) yaitu sebagai berikut ini (Daulay, 2013)

1. Pemeliharaan pencegahan (*Preventive maintenance*)

Preventive maintenance atau pemeliharaan pencegahan merupakan Suatu aktifitas atau kegiatan yang dilakukan untuk mencegah atau mengantisipasi kerusakan mesin yang terjadi tiba-tiba, serta menemukan apa penyebab terjadinya kerusakan pada fasilitas saat proses produksi berlangsung. Pemeliharaan pencegahan (*Preventive maintenance*) ini memiliki keuntungan-keuntungan yaitu akan menjamin keandalan dari suatu sistem fasilitas, keselamatan para pengguna, umur penggunaan mesin menjadi lebih panjang, dan dapat memperendah terjadinya *downtime* dari proses produksi. Sedangkan kerugiannya adalah waktu operasi akan terbuang, kemungkinan terjadinya *human error* dan lain sebagainya. *Preventive maintenance* dibagi menjadi dua jenis yaitu sebagai berikut :

- Perawatan berkala (*periodic maintenance*)

Perawatan berkala atau *periodic maintenance* adalah perawatan perawatan yang dilakukan secara berkala atau terjadwal dalam

melakukan kegiatan pembersihan mesin, infeksi mesin, peminyakan mesin dan pengantian suku cadang peralatan yang dilakukan dengan menjadwalkan kegiatannya agar mencegah terjadinya kerusakan mesin secara mendadak atau tiba-tiba yang tentunya akan mengganggu kelancaran produksi. perawatan berkala (*Periodic maintenance*) biasanya dilakukan secara perhari, perbulan ataupun pertahunan.

- Perawatan prediktif (*predictive maintenance*)

Perawatan prediktif (*predictive maintenance*) merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan yang parah pada mesin atau peralatan, dengan adanya perawatan prediktif maka akan dilakukan prediksi kondisi mesin atau peralatan sehingga akan diketahui kapan komponen tertentu pada mesin akan rusak, untuk memprediksi kondisi mesin dilakukan analisa trend pada perilaku mesin atau peralatan kerja. Berbeda halnya dengan perawatan berkala yang dilakukan berdasarkan pada waktu perbaikannya, perawatan prediktif lebih membebankan pada keadaan mesin atau peralatan tersebut.

2. Pemeliharaan korektif (*corrective maintenance*)

Maintenance corrective merupakan kegiatan pemeliharaan yang akan dilaksanakan setelah terjadinya kerusakan yang mengakibatkan mesin atau peralatan tidak berfungsi dengan baik. Kegiatan pemeliharaan korektif (*corrective maintenance*) biasanya disebut dengan reparasi yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan-kerusakan yang terjadi setelah dilakukannya pemeliharaan pencegahan ataupun pemeliharaan prediktif, sampai fasilitas atau mesin tersebut tidak dapat lagi berfungsi keseluruhannya.

3. Perawatan *breakdown*

Perawatan *breakdown* merupakan kegiatan pemeliharaan peralatan atau mesin yang dilakukan setelah mesin beroperasi dengan optimal

hingga mengalami kerusakan barulah setelah itu dilakukan perbaikan atau bahkan mengganti mesin atau peralatan dengan yang baru. Pemeliharaan *breakdown* tidak sesuai jika diterapkan pada mesin yang memiliki komponen yang mahal karena akan menyebabkan kerugian besar, pemeliharaan ini hanya akan sesuai jika diterapkan pada mesin-mesin sederhana.

2.2. Total Productive Maintenance (TPM)

Sistem manajemen pemeliharaan mesin atau peralatan sudah mulai dikenal dengan *Preventive maintenance* (pemeliharaan pencegahan) pada tahun 1950-an yang kemudian pada tahun 1960-an berkembang menjadi *Productive Maintenance* (PM), kedua metode ini pertama kali diterapkan oleh industri-industri manufaktur di Amerika Serikat dan pusat segala kegiatannya ditempatkan pada satu departemen yang disebut dengan departemen *Maintenance*. *Total Productive Maintenance* (TPM) mulai dikembangkan pada tahun 1970-an pada perusahaan Nippondenso Co di negara Jepang yang merupakan pengembangan konsep *Maintenance* yang diterapkan pada perusahaan manufaktur Amerika Serikat yang disebut *preventive maintenance* (pemeliharaan pencegahan).

2.2.1. Pengertian Total Productive Maintenance (TPM)

Total Productive Maintenance (TPM) adalah gagasan yang dikemukakan oleh Nakajima (1988) yang lebih menitikberatkan pada penggunaan keterlibatan sumber daya manusia dan sistem *Preventive maintenance* sebagai upaya dalam memaksimalkan efektifitas kinerja pada mesin dan peralatan, yang dilakukan dengan melibatkan seluruh departemen. *Total Productive maintenance* (TPM) adalah hubungan yang berkaitan erat antara perawatan dan organisasi pada proses produksi secara menyeluruh yang memiliki bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk, mengurangi limbah yang berdampak pada lingkungan,

mengurangi biaya yang dikeluarkan pada proses produksi, meningkatkan kinerja mesin atau peralatan dan serta mengembangkan sistem perawatan. Definisi *Total Productive Maintenance* (TPM) menurut Nakajima yaitu sebagai berikut :

1. Tujuan *Total Productive Maintenance* (TPM) adalah membentuk sistem *preventive maintenance* (PM) ntuk memperpanjang massa dari penggunaan mesin atau peralatan
2. Tujuan *Total Productive Maintenance* (TPM) adalah mengoptimalkan efektifitas kinerja mesinatauperalatan secara menyeluruh (*overall effectiveness*)
3. Penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) bisa dilakukan diberbagai departemen salah satunya departemen *enggineering*, departemen produksi dan departemen *maintenance*..
4. Penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) tidak hanya melibatkan satu lini saja tapi juga melibatkan seluruh orang baik dalam tingkat manajemen tertinggi tapi juga para karyawan atau operator mesin atau peralatan.
5. *Total Productive Maintenance* (TPM) juga merupakan bagian dari inovasi dari sistem perawatan yang telah melalui manajemen motivasi dari *Small Group Activities* (SGA).

Total Productive maintenance (TPM) merupakan suatu sistem yang memuat aktifitas pemeliharaan melibatkan seluruh orang yang dimulai dengan aktifitas terkecil dan menjadi suatu kebiasaan yang berpengaruh besar pada mesin dan peralatan yang ada di pabrik, dengan tujuan untuk mengoptimalkan produktivits waktu operasi serta meningkatkan kepuasan kerja dan membangun moral karyawan (Ansori & Mustajib, 2013).

2.2.2. Tujuan Total Productive Maintenance (TPM)

Total Productive Maintenance (TPM) juga bertujuan untuk menghilangkan kerugian proses yang dilakukan yang dibagi menjadi tiga bagian, yaitu sebagai berikut (Ansori & Mustajib, 2013) :

1. Kerugian karena adanya pemberhentian operasional (*downtime*)

Kerugian *downtime* adalah kerugian yang terjadinya karena pemberhentian proses produksi untuk sementara yang disebabkan oleh mesin atau peralatan mengalami kerusakan yang mengakibatkan pemberhentian atau penundaan proses produksi.

2. Kerugian karena kinerja mesin yang buruk

Kerugian ini lebih berfokus pada kondisi penggunaan mesin atau peralatan yang dijalankan tidak sesuai dengan standar kecepatan operasional mesin atau peralatan.

3. Kerugian karena kualitas produk buruk

Kerugian akan ada jika produk yang dihasilkan pada proses produksi tidak memenuhi standar kualitas produk yang diinginkan oleh perusahaan.

2.2.3. Target Total Productive Maintenance (TPM)

Target *Total productive maintenance* (TPM) adalah sebagai berikut (Vankettest, 2007):

1. P (*Productivity*)

Produktifitas (*productivity*) adalah ukuran suatu pencapaian hasil yang optimal, target *Total productive maintenance* (TPM) adalah meningkatkan produktifitas dengan memaksimalkan nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) hingga 90%.

2. Q (*Quality*)

Kualitas (*Quality*) merupakan tolak ukur terhadap spesifikasi suatu produk, target *Total productive maintenance* (TPM) adalah

meningkatkan kualitas produk dengan memaksimalkan pengerjaan atau pengoperasiannya sehingga tidak ada komplain dari pelanggan.

3. C (*Cost*)

Target *Total productive maintenance* (TPM) pada biaya (*cost*) adalah meminimalkan pengeluaran yang dilakukan pada proses produksi berlangsung hingga 30%.

4. D (*Delivery*)

Target *Total productive maintenance* (TPM) adalah pencapaian target distribusi produk ke seluruh pelanggan hingga 100%.

5. S (*Safety*)

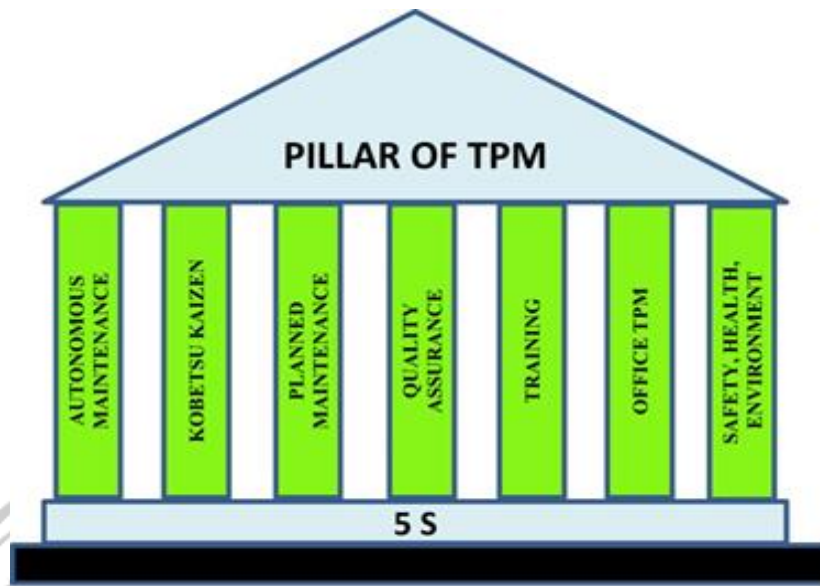
Target *Total productive maintenance* (TPM) adalah meminimalisir terjadinya kecelakaan pada lingkungan kerja hingga menciptakan lingkungan kerja yang aman dan nyaman.

6. M (*Morale*)

Target *Total productive maintenance* (TPM) adalah meningkatkan moral pekerja serta meningkatkan kemampuan dan keterampilan para pekerja.

2.2.4. Pilar-pilar *Total productive Maintenance* (TPM)

Pilar *Total productive maintenance* (TPM) merupakan pondasi dasar yang sangat penting dalam mencapai keberhasilan pelaksanaan penerapan *Total productive maintenance* (TPM) disuatu perusahaan. Adapun pilar-pilar tersebut adalah seperti gambar berikut ini :



Gambar 2 1. 8 pilar TPM

(Sumber : Ansori dan Mustajib, 2013)

Pilar-pilar dari *total productive Manintenan* (TPM) meliputi :

1. 5 S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu* dan *Shitsuke*)

Total productive maintenance (TPM) dimulai dengan pondasi dasarnya yaitu 5 S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu* dan *Shitsuke*). Menjadi langkah awal dalam suatu perbaikan karena dengan membersihkan, mengatur dan merapikan tempat kerja maka secara tidak langsung telah menanamkan pemahaman tentang pentingnya perawatan dalam langkah kecil. Adapun definisi dari 5S adalah sebagai berikut:

- *Seiri* (Ringkas)

Seiri atau ringkas adalah kegiatan yang dilakukan dengan memisahkan benda atau barang yang diperlukan dengan yang sudah tidak diperlukan lagi, lalu menyingkirkan barang-barang yang tidak diperlukan atau sudah habis masa penggunaannya.

- *Seiton* (Rapi)

Seiton atau rapi merupakan aktifitas menyusun dan mengelola barang atau benda dengan cara semenarik mungkin, hingga akan lebih indah jika dipandang.

- *Seiso* (Resik)

Seiso atau resik merupakan aktifitas yang dilakukan untuk menjaga kondisi peralatan dalam keadaan siap digunakan, aktifitas ini hanya mengulang kegiatan *seiri* dan *seiton*.

- *Seiketsu* (Rawat)

Seiketsu atau rawat adalah aktifitas yang dilakukan terus menerus dengan mengulang dari ketiga kegiatan diatas yaitu *seiri*, *seiton* dan *seiso* yang sama setiap harinya

- *Shitsuke* (Rajin)

Shitsuke atau rajin merupakan aktifitas yang bisa dilakukan jika keempat aktifitas diatas (*seiri*, *seiton*, *seiso* dan *shitsuke*) telah dilaksanakan dengan baik. Aktifitas ini akan membangun pribadi yang disiplin bagi pekerja, karena akan terbiasa dan penerapan 5 S akan berjalan seimbang.

2. Pemeliharaan Mandiri (*Autonomous Maintenance*)

Pemeliharaan mandiri merupakan pemberian beberapa tugas-tugas rutin, seperti melakukan pemeriksaan dan pemeliharaan pada peralatan atau mesin kepada operator mesin yang dilakukan setiap harinya.

3. Perbaikan bertahap (*Kobetsu Kaizen*)

Perbaikan bertahap atau *kobetsu kaizen* merupakan perbaikan kecil yang dilakukan secara bertahap namun berkelanjutan dilakukan terus menerus. Tujuan pilar ini adalah mengurangi terjadinya pemborosan yang dapat mempengaruhi tingkat efektifitas operasional mesin.

4. Pemeliharaan terencana (*Planned Maintenance*)

Pemeliharaan terencana adalah pemeliharaan yang dilakukan berdasarkan jadwal perawatan yang telah ditentukan dengan tujuan

menghindari terjadinya masalah sehingga proses produksi dapat berjalan dengan sebaik mungkin.

5. Pemeliharaan kualitas (*Quality Maintenance*)

Pemeliharaan kualitas adalah kegiatan yang lebih berfokus untuk mengurangi produk *defect* dengan menjamin kepuasan konsumen, perawatan kualitas lebih cocok diterapkan pada mesin atau peralatan yang bermasalah untuk mencegah terjadinya cacat produk yang menyebabkan turunya kualitas produk.

6. Pelatihan (*Training*)

Training adalah aktifitas yang bertujuan untuk memberikan pengarahan dan pelatihan kepada para karyawan agar *skill* yang mereka miliki dapat berkembang dan diharapkan nantinya para karyawan akan memiliki kemampuan dalam melakukan pekerjaannya, yang mana akan menunjang peningkatan produktivitas perusahaan tersebut.

7. Organisasi Kerja (*Office TPM*)

Office Total Productive Maintenance (TPM) baru akan dimulai jika ke empat pilar diatas (pemeliharaan mandiri, perbaikan bertahap, pemeliharaan terencana dan pemeliharaan kualitas) telah dijalankan. *Office Total Productive Maintenance* (TPM) dilakukan untuk membuat aktifitas suatu organisasi yang efektif dan efisien dengan cara menghilangkan kerugian dan meningkatkan produktivitas.

8. Keselamatan, kesehatan lingkungan (*Safety, Health, and Environment*)

Pilar ini memiliki target yaitu tidak terjadinya kecelakaan kerja (*zero accident*), menjamin keselamatan kerja (*zero health damage*) dan tidak terjadinya pembakaran (*zero fire*). Pilar ini akan berfokus untuk menciptakan suasana kerja yang nyaman, bersih sehat dan ramah lingkungan. Pilar ini akan memainkan peran yang aktif

diperusahaan, perlunya suatu komite untuk fokus menangani masalah ini agar program bisa berjalan dengan baik.

2.3. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

2.3.1. Definisi Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur (metrik) dalam penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) untuk menjamin mesin dan peralatan dalam kondisi yang ideal dengan meminimalkan *losses* yang terjadi karena kinerja mesin dan peralatan yang menurun. Mengukur kinerja mesin dalam sistem produktif dengan *six big losses* untuk mengidentifikasi secara lebih jelas apa saja yang menjadi akar penyebab permasalahan, sehingga akan diusulkan upaya-upaya dalam melakukan perbaikan yang berfokus pada aktor utama permasalahan yang terjadi. Manfaat dari OEE dalam pelaksanaannya adalah sebagai berikut (Ansori dan Mustajib, 2013) :

1. OEE dapat dipergunakan sebagai penentuan langkah awal yang harus dilakukan dari sebuah mesin atau peralatan.
2. OEE dapat dipergunakan untuk mengidentifikasi terjadinya penurunan performa (*bottleneck*) pada mesin atau peralatan.
3. OEE dapat digunakan untuk mengidentifikasi kerugian produktifitas (*true productivity losses*) yang terjadi pada mesin atau peralatan.
4. OEE dapat digunakan untuk menentukan prioritas perbaikan yang yang menjadi fokus utama dalam usaha untuk meningkatkan OEE dan meningkatkan produktifitas kinerja mesin.

2.3.2. Tujuan Penerapan OEE (Overall Equipment Effectiveness)

Penggunaan (Overall Equipment Effectiveness) OEE adalah sebagai pengarah dalam meningkatkan kinerja mesin (*performance indicator*), yang dilakukan mengambil periode waktu tertentu seperti pershift, harian, mingguan, bulanan maupun bahkan tahunan. Pengukuran OEE akan lebih

efektif digunakan pada suatu mesin atau peralatan produksi. OEE juga dapat digunakan seperti berikut ini:

1. OEE dapat digunakan sebagai *benchmart* untuk mengukur rencana perusahaan dalam meningkatkan produktifitas performa mesin atau peralatan.
2. Nilai OEE dapat dipergunakan sebagai perbandingan garis-garis *performance* sehingga akan terlihat aktifitas yang tidak penting dan dapat dihilangkah untuk mengungari *losses*.
3. OEE dapat mengidentifikasi mesin mana yang mempunyai *performance* yang buruk, sehingga dapat ditindak lanjuti untuk dilakukan perbaikan.

Selain untuk mengetahui *performance* mesin atau peralatan disebuah perusahaan, hasil perhitungan nilai OEE juga bisa menjadi objek pertimbangan dalam keputusan pembelian mesin atau peralatan baru, sehingga dapat diketahui secara jelas mesin atau peralatan yang sesuai dengan kapasitas dalam proses produksi, sehingga diharapkan dapat memenuhi permintaan dari konsumen. Sedangkan menurut pendapat dari Borris (2006) dalam artikel Asgara dan Hartono (2014) tujuan dari OEE itu sendiri adalah sebagai alat ukur *performance* dari suatu *sistem maintenance* dengan menggunakan metode ini maka dapat diketahui ketersediaan mesin atau peralatan, efesiensi produksi dan kualitas *output* mesin atau peralatan.

2.3.3. Perhitungan Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Berikut ini adalah cara menghitung nilai OEE dengan mengalikan tiga komponennya yaitu : Availability, Performance, dan Quality dengan rumusan sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance Rate \times Quality Rate$$

Sebelum menghitung nilai OEE terlebih dahulu perlu diketahui nilai masing-masing komponen tersebut yaitu sebagai berikut ini:

1. Ketersediaan (*Availability*)

Availability adalah nilai yang waktu tersedia yang dimiliki dalam mengoperasikan mesin. Dalam perhitungan *availability* data yang diperlukan adalah data *operation time* (lama waktu proses produksi untuk menghasilkan produk jadi) dan data *loading time*. Yang mana data *Operation time* didapatkan dari *loading time* (kapasitas waktu yang tersedia untuk mesin berproduksi) dikurangi dengan *downtime*, sedangkan untuk mendapatkan data *loading time* dengan mengurangi nilai *Availabe time* (jumlah jam kerja untuk proses produksi) dengan *planned downtime* (*downtime* yang direncanakan seperti istirahat, *set up* dan lain sebagainya). berikut ini rumus *availability* :

$$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%$$

Dimana : $Operation\ time = Loading\ time - downtime$

$Loading\ time = Avability\ time - planned\ downtime$

2. Tingkat Kinerja (*Performance Rate*)

Performance rate adalah nilai yang menunjukkan tingkat kinerja mesin yang berlangsung, dengan mempertimbangkan faktor yang menjadi menyebabkan proses produksi tidak sesuai dengan kecepatan maksimum ketika dioperasikan, berikut adalah rumusan untuk menghitung *performance rate*:

$$Performance = \frac{jumlah\ produksi \times waktu\ siklus\ per\ unit}{operation\ Time} \times 100\%$$

3. Tingkat Kualitas (*Quality Rate*)

Quality rate merupakan nilai yang menunjukkan kualitas sebuah produk yang dihasilkan, data yang diperlukan yaitu data jumlah produk cacat (*defect*) dan jumlah produksi keseluruhan. Berikut ini adalah rumusan untuk menghitung nilai *quality rate* :

$$Quality\ rate = \frac{jumlah\ produksi - produk\ defect}{jumlah\ produksi} \times 100\%$$

Tujuan dari *Total Productive Maintenance* (TPM) dan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah untuk meminimalisir tingginya nilai *six big losses* yang menjadi penyebab terjadinya kerugian saat proses produksi berjalan. Terdapat 6 kerugian yang dapat mempengaruhi tingkat efektivitas kinerja mesin atau peralatan adalah sebagai berikut :

1. *Downtime Losses*

Downtime losses adalah kerugian yang diakibatkan oleh adanya proses produksi yang tidak berjalan seperti biasanya dikarenakan adanya kerusakan mesin. *Downtime losses* terbagi menjadi dua *losses* yaitu :

a) *Breakdown losses*

Breakdown losses adalah kerugian yang terjadi karena adanya kerusakan mesin atau peralatan sehingga membutuhkan waktu perbaikan. Berikut ini adalah rumus untuk menghitung nilai *breakdown losses* :

$$\text{Equipment failure losses} = \frac{\text{downtime}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

b) *Set up and adjustment losses*

Set up and adjustment losses adalah kerugian waktu yang disebabkan karena adanya *set up* mesin sebelum proses produksi berlangsung. Untuk menghitung *set up and adjustment losses* adalah dengan rumus sebagai berikut

$$\text{Set up and adjustment losses} = \frac{\text{set up time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

2. *Speed Losses*

Speed losses adalah kerugian yang dikarenakan oleh menurunnya kecepatan proses produksi dimana menyebabkan produksi yang diharapkan tidak tercapai. *Speed losses* terbagi menjadi dua *losses* yaitu:

a) *Idling and minor stoppage losses*

Idling and minor stoppage losses adalah kerugian yang disebabkan karena adanya berhenti mesin yang terjadi dalam waktu yang singkat dan harus *restart* dan tidak memerlukan perbaikan yang lama. Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung *idling and minor stoppage losses*:

$$\text{Idling and minor stoppage losses} = \frac{\text{non productive time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

b) *Reduced speed losses*

Reduced speed losses adalah kerugian yang disebabkan karena adanya mesin atau peralatan yang bekerja lebih lambat dari seharusnya. Untuk menghitung *reduced speed losses* yaitu dengan rumusan sebagai berikut : *Reduced speed losses*

$$= \frac{\text{Operation time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{total produksi})}{\text{loading time}} \times 100\%$$

3. *Defect Losses*

Defect losses adalah kerugian yang disebabkan karena ada produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar spesifikasi yang diminta perusahaan. *Defect Losses* terbagi menjadi dua *losses* yaitu sebagai berikut :

a) *Quality defect and rework*

Quality defect and rework adalah kerugian yang disebabkan karena produk tidak diproduksi dengan benar (*defect*) dari awal proses produksi. berikut adalah rumus untuk menghitung nilai *quality defect and rework* :

$$\text{Defect losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{total produk defect}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

b) *Yield atau scrap lossess*

Yield atau scrap losses adalah kerugian timbul karena adanya kecacatan di awal proses produksi, yang tidak dapat diperbaiki

lagi. Berikut adalah rumus untuk menghitung nilai *yield* atau *scrap losses* :

$$\text{Scrap losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{scrap}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

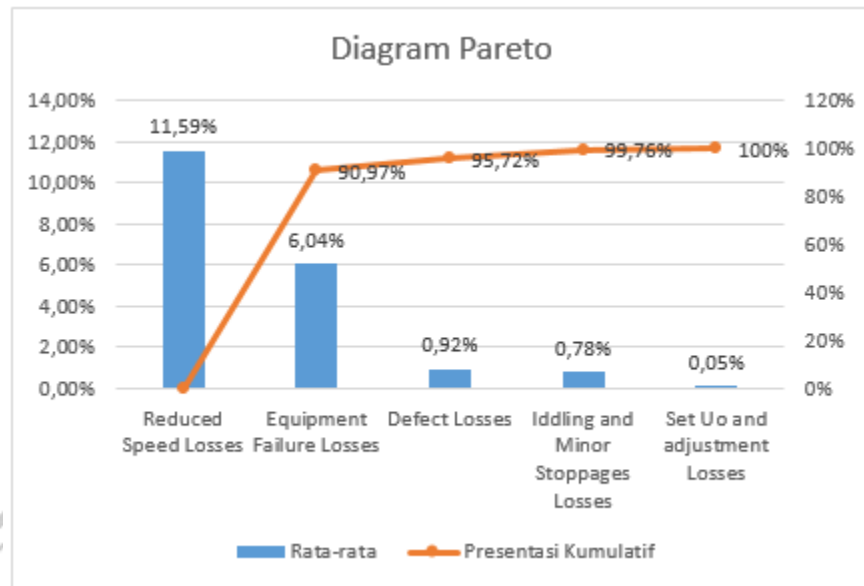
2.4. Alat pemecah masalah

Penelitian ini menggunakan alat pemecah masalah dengan diagram pareto dan diagram *fishbone* (tulang ikan). Penjelasan dari masing-masing alat pemecah masalah yang digunakan adalah sebagai berikut (Pyzdek, 2002) :

1. Diagram pareto

Diagram pareto adalah alat mengukur yang digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh besar dalam suatu permasalahan. Diagram pareto digunakan untuk memprioritaskan proyek mana yang menjadi utama untuk perbaikan. Diagram pareto merupakan diagram yang berbentuk batang yang tingginya menggambarkan biaya dan frekuensi. Berikut penggunaan diagram pareto dapat dilakukan dalam berbagai keadaan yaitu:

- Diagram pareto dapat dipergunakan sebagai analisa data frekuensi kumulatif dari sebuah permasalahan.
- Diagram pareto dapat dipergunakan saat terjadi banyak permasalahan namun pihak perusahaan hanya ingin lebih berfokus pada permasalahan yang lebih berpengaruh.
- Diagram pareto dapat dipergunakan ketika akan menghubungkan permasalahan yang dihadapi dengan kevalidan data.



Gambar 2.2 Contoh Gambar diagram pareto

(Sumber : Anthony, 2019)

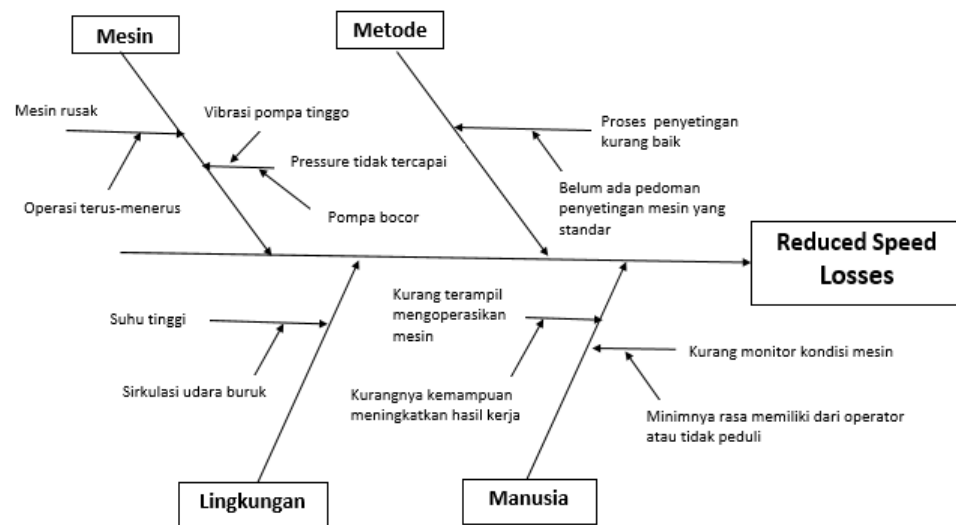
Analisa diagram pareto dilakukan berdasarkan prinsip 80% permasalahan berasal dari 20% penyebab utama. Berikut adalah urutan pembuatan diagram pareto dari contoh gambar diatas:

- Mengetahui apa saja faktor-faktor yang menjadi penyebab timbulnya permasalahan yang ada dan melakukan pengumpulan data.
- Membuat daftar yang memuat permasalahan yang sedang terjadi berdasarkan frekuensi pengumpulan data.
- Mengurutkan frekuensi faktor permasalahan dari nilai yang paling besar ke yang paling kecil, lalu menghitung frekuensi kumulatif dan presentase kumulatifnya..
- Membuat data histogram berdasarkan perhitungan frekuensi faktor permasalahan yang telah diurutkan.
- Menggambar kurva kumulatif

2. Diagram sebab akibat (*fishbone*)

Diagram sebab akibat (*fishbone*) adalah diagram yang menunjukan kemungkinan penyebab terjadinya permasalahan. Diagram *fishbone* biasanya digunakan untuk menggambarkan rangkaian suatu proses produksi yang bertujuan untuk mengidentifikasi akar permasalahan yang sedang terjadi. Dalam menggambar diagram *fishbone* diagram angka pertama adalah menentukan efek yang akan dianalisis, kemudian mengumpulkan data-data yang berpengaruh pada permasalahan tersebut, dan yang terakhir adalah mengelompokkan objek data yang telah didapatkan kedalam kategori-kategori yang ada pada diagram *fishbone*. Berikut adalah kategori pada diagram sebab akibat yaitu:

- Material (bahan baku)
Tidak adanya spesifikasi kualitas bahan baku yang akan digunakan.
- Mesin atau peralatan (*machine*)
Berkaitan dengan faktor yang berasal dari mesin itu sendiri seperti tidak
- Manusia (*man*)
Manusia (*man*) atau tenaga kerja adalah hal yang berkaitan dengan kekurangan pengetahuan dan keterampilan dari sumber daya manusi.
- Metode (*method*)
Berkaitan dengan prosedur dan metode kerja yang tidak benar, tidak jelas, tidak diketahui, tidak transparan, tidak cocok dan lain sebagainya.
- Lingkungan (*environment*)
Tempat atau lingkungan kerja yang tidak kondusif. Berikut ini adalah contoh diagram *fishbone* :



Gambar 2 3 Contoh gambar diagram Fishbone

(Sumber : Anthony, 2019)

